

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/004737

International filing date: 10 March 2005 (10.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-068993  
Filing date: 11 March 2004 (11.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 31 March 2005 (31.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

10.3.2005

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 4 年    3 月 1 1 日  
Date of Application:

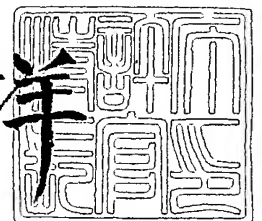
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 4 - 0 6 8 9 9 3  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 4 - 0 6 8 9 9 3 ]

出      願      人  
Applicant(s):                      トヨタ自動車株式会社  
   株式会社デンソー

2 0 0 5 年    2 月 1 6 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川 洋



【書類名】 特許願  
【整理番号】 PY20040263  
【提出日】 平成16年 3月11日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 F01N 3/02  
F01N 3/36  
F01N 3/08

【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社 内  
【氏名】 松岡 広樹

【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社 内  
【氏名】 横井 辰久

【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社 内  
【氏名】 大坪 康彦

【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社 内  
【氏名】 松野 繁洋

【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー 内  
【氏名】 稲葉 孝好

【特許出願人】  
【識別番号】 000003207  
【氏名又は名称】 トヨタ自動車 株式会社

【特許出願人】  
【識別番号】 000004260  
【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代理人】  
【識別番号】 100068755  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 恩田 博宣

【選任した代理人】  
【識別番号】 100105957  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 恩田 誠

【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 002956  
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 9710232  
【包括委任状番号】 0101646  
【包括委任状番号】 9908214

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

内燃機関の排気通路に設けられて排気中の粒子状物質を捕集する排気浄化機構と、同排気浄化機構に燃料を添加する添加手段とを備える内燃機関の排気浄化装置において、

前記排気浄化機構の排気上流側と排気下流側との圧力差を検出する検出手段と、

前記添加手段による燃料添加の実行中であって、予め設定されたタイミングでの前記圧力差と同タイミングに対応した差圧基準値との比較を行う比較手段と、

同比較手段によって前記圧力差が前記差圧基準値を超えている旨判定される場合には、前記添加手段による燃料の添加態様を間欠添加に切り替える切替手段とを備える

ことを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

**【請求項 2】**

前記比較手段は、前記間欠添加への切り替え後にも前記タイミングとは異なる別のタイミングで前記圧力差を比較する

請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

**【請求項 3】**

前記間欠添加への切り替え後の前記圧力差が前記間欠添加への切り替え前の前記差圧基準値とは異なる別の差圧基準値以下となったときに前記間欠添加を終了する

請求項 1 または 2 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

**【請求項 4】**

前記比較手段による圧力差の比較は、前記粒子状物質の推定堆積量が予め設定された閾値以下となったタイミングで行われる

請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置。

**【請求項 5】**

請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置において、

前記排気浄化機構における非可燃性物質の量を前記間欠添加が終了したときの圧力差に基づいて推定する非可燃性物質推定手段と、

同非可燃性物質推定手段によって推定される非可燃性物質の量に基づいて前記圧力差を補正する補正手段とをさらに備える

ことを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

**【請求項 6】**

請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置において、

前記排気浄化機構における非可燃性物質の量を前記間欠添加が終了したときの圧力差に基づいて推定する非可燃性物質推定手段と、

同非可燃性物質推定手段によって推定される非可燃性物質の量に基づいて前記差圧基準値を補正する補正手段とをさらに備える

ことを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

**【請求項 7】**

前記比較手段は、吸入空気量が所定量以上のときに前記圧力差を比較する

請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置。

**【請求項 8】**

前記検出手段は、吸入空気量が所定量以上のときの前記圧力差を検出する

請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置。

**【請求項 9】**

前記差圧基準値は吸入空気量が減少するほどより大きい値に設定される

請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置。

**【請求項 10】**

前記比較手段は、前記タイミングから所定期間経過するまでの間に検出された圧力差の平均値と前記差圧基準値とを比較する

請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置。

**【請求項 11】**

前記比較手段は、前記タイミングから所定期間経過するまでの間に検出された圧力差の徐変値と前記差圧基準値とを比較する

請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 12】

前記排気浄化機構は、排気中の粒子状物質が通過する排気浄化触媒と、同排気浄化触媒よりも排気下流側に設けられて前記粒子状物質を捕集する排気浄化部材とから構成され、

前記検出手段は、前記排気浄化部材の排気上流側と排気下流側との圧力差を検出する

請求項 1 ～ 11 のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、排気通路に設けられた排気浄化部材に燃料を添加する内燃機関の排気浄化装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、排気通路に設けられたフィルタによって排気中の粒子状物質（PM: Particulate Matter）を捕集して浄化する排気浄化機構が、車載用ディーゼル機関等の内燃機関に採用されている。こうした排気浄化機構では、捕集されたPMの堆積によるフィルタの目詰まりが発生する前に、堆積したPMを除去してフィルタを再生させる必要がある。

【0003】

従来、そうしたフィルタのPM再生を行う排気浄化装置として特許文献1のものが知られている。この排気浄化装置では、PMの酸化を促進する触媒を上記フィルタに担持させており、フィルタに流入する排気中に燃料を添加するようにしている。この燃料添加によってフィルタに捕集されたPMは酸化（燃焼を含む）されて、上記フィルタは再生される。

【特許文献1】 特開2003-20930号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、上述したような燃料添加時にあって、排気浄化機構に燃料を添加しつづける場合には、同機構の上流側の部位で燃料の燃焼が継続して行われ、同機構の下流側の部位に向けて高温の排気が連続的に送り込まれる。そのため、排気浄化機構の温度はその排気下流側に向かうほど高くなる傾向にあり、同機構の上流側の部位に粒子状物質が残留しやすくなる。すなわち部分的な粒子状物質の燃え残りが生じやすくなる。

【0005】

一方、燃料を間欠的に添加する場合には、高温の排気が排気浄化機構の下流側の部位に向けて連続的に送り込まれるといった状態が抑制され、排気浄化機構における温度分布の偏りを抑えることができる。そのため、排気浄化機構にあって部分的に残留する粒子状物質の量を減少させることができる。

【0006】

ここでこのような間欠添加では、粒子状物質の部分的な残留を抑えることができるものの、上述したような連続添加を行う場合と比較して粒子状物質の酸化等が促進される。そのため、間欠添加の実行を適切に行わなければ、排気浄化機構が過度に昇温される等といった不具合が生じるおそれがある。

【0007】

この発明はこうした事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、間欠添加を適切に実施することにより、排気浄化機構に残留する粒子状物質の量を減少させることのできる内燃機関の排気浄化装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

以下、上記目的を達成するための手段及びその作用効果について記載する。

請求項1に記載の発明は、燃機関の排気通路に設けられて排気中の粒子状物質を捕集する排気浄化機構と、同排気浄化機構に燃料を添加する添加手段とを備える内燃機関の排気浄化装置において、前記排気浄化機構の排気上流側と排気下流側との圧力差を検出する検出手段と、前記添加手段による燃料添加の実行中にあって、予め設定されたタイミングでの前記圧力差と同タイミングに対応した差圧基準値との比較を行う比較手段と、同比較手段によって前記圧力差が前記差圧基準値を超えている旨判定される場合には、前記添加手

段による燃料の添加態様を間欠添加に切り替える切替手段とを備えることをその要旨とする。

【0009】

排気浄化機構に捕集された粒子状物質の量が燃料添加によって減少していくほど、排気浄化機構の排気上流側と排気下流側との圧力差は小さくなっていくため、この圧力差に基づいて粒子状物質の残留状態を把握することができる。そこで上記構成では、燃料添加の実行中にあって、予め設定されたタイミングでの圧力差が、そのタイミングに対応した圧力差の基準値である上記差圧基準値を超えているときに、燃料の添加態様を間欠添加に切り替えるようにしている。すなわち、間欠添加とは異なる態様で燃料添加が行われているときに粒子状物質の減少が十分に行われていない場合には、燃料の添加態様を間欠添加に切り替えるようにしている。従って、間欠添加を適切に実施することができ、もって排気浄化機構に残留する粒子状物質の量を減少させることができるようになる。

【0010】

なお、排気浄化機構に粒子状物質が残留していると、この残留した粒子状物質が燃料添加時に急激燃焼されるおそれがある。この点、上記構成では排気浄化機構に残留する粒子状物質の量を減少させることができるため、このような急激燃焼も抑制することができる。

【0011】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記比較手段は、前記間欠添加への切り替え後にも前記タイミングとは異なる別のタイミングで前記圧力差を比較することをその要旨とする。

【0012】

同構成によれば、間欠添加への切り替え後にも圧力差の比較が行われる。そのため、間欠添加によって粒子状物質の残留量が減少されているか否かを判断することができるようになる。

【0013】

請求項3に記載の発明は、請求項1または2に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記間欠添加への切り替え後の前記圧力差が前記間欠添加への切り替え前の前記差圧基準値とは異なる別の差圧基準値以下となったときに前記間欠添加を終了することをその要旨とする。

【0014】

同構成によれば、粒子状物質の残留量が間欠添加によって確実に減少していることを判断することができ、過度な間欠添加の継続を抑えることができるようになる。

請求項4に記載の発明は、請求項1～3のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記比較手段による圧力差の比較は、前記粒子状物質の推定堆積量が予め設定された閾値以下となったタイミングで行われることをその要旨とする。

【0015】

同構成によれば、圧力差の比較タイミングが粒子状物質の推定堆積量に基づいて設定されることになる。従って、上記閾値を好適な値に設定し、例えば粒子状物質の堆積量がある程度減少したときに圧力差の比較が行われるようにすれば、大量の粒子状物質が間欠添加によって急激に酸化される等といった、排気浄化機構の過昇温を招くおそれのある状態を回避することができる。

【0016】

ちなみに粒子状物質の推定堆積量は、燃料噴射量や機関回転速度等といった機関運転状態に基づいて算出することができる。

請求項5に記載の発明は、請求項1～4のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記排気浄化機構における非可燃性物質の量を前記間欠添加が終了したときの圧力差に基づいて推定する非可燃性物質推定手段と、同非可燃性物質推定手段によって推定される非可燃性物質の量に基づいて前記圧力差を補正する補正手段とをさらに備えることをその要旨とする。

**【0017】**

また、請求項 6 に記載の発明は、請求項 1～4 のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記排気浄化機構における非可燃性物質の量を前記間欠添加が終了したときの圧力差に基づいて推定する非可燃性物質推定手段と、同非可燃性物質推定手段によって推定される非可燃性物質の量に基づいて前記差圧基準値を補正する補正手段とをさらに備えることをその要旨とする。

**【0018】**

燃料添加によって粒子状物質が酸化されると、その一部はアッシュなどの非可燃性物質になる。この非可燃性物質が排気浄化機構に残留すると、その残留量は上記圧力差に影響を与え、上述したような圧力差の比較判定における判定精度が低下するおそれがある。この点上記請求項 5 に記載の構成では、非可燃性物質の量が推定され、その値に基づいて上記圧力差が補正される。また、上記請求項 6 に記載の構成では、非可燃性物質の量が推定され、その値に基づいて上記差圧基準値が補正される。従ってこれら各構成によれば、排気浄化機構に非可燃性物質が残留する場合であっても、上記圧力差の比較判定における判定精度を好適に確保することができ、ひいては間欠添加の切り替えも好適に行うことができるようになる。

**【0019】**

他方、内燃機関の吸入空気量が少なくなるほど、すなわち排気の流量が低下するほど、上記検出手段によって検出される圧力差は大きくばらつく傾向にある。そしてこのように圧力差が大きくばらつくときには、上記圧力差の比較判定における判定結果もばらつくようになるため、その信頼性も低下するようになる。そこで、請求項 7 に記載の発明によるように、前記比較手段は、吸入空気量が所定量以上のときに前記圧力差を比較する、といった構成や、請求項 8 に記載の発明によるように、前記検出手段は、吸入空気量が所定量以上のときの前記圧力差を検出する、といった構成を採用することにより、上述したような判定結果の信頼性低下を抑制することができるようになる。

**【0020】**

また、請求項 9 に記載の発明によるように、前記差圧基準値は吸入空気量が減少するほどより大きい値に設定される、といった構成を採用することにより、吸入空気量が少なくなるほど間欠添加は実施されにくくなる。そのため、上記圧力差の比較時における誤判定に起因した間欠添加の切り替えを好適に抑制することができるようになる。

**【0021】**

請求項 10 に記載の発明は、請求項 1～9 のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記比較手段は、前記タイミングから所定期間経過するまでの間に検出された圧力差の平均値と前記差圧基準値とを比較することをその要旨とする。

**【0022】**

また、請求項 11 に記載の発明は、請求項 1～9 のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記比較手段は、前記タイミングから所定期間経過するまでの間に検出された圧力差の徐変値と前記差圧基準値とを比較することをその要旨とする。

**【0023】**

上記請求項 10 または請求項 11 に記載の構成によれば、圧力差の変動が上記圧力差の比較判定に与える影響を抑制することができるようになる。

請求項 12 に記載の発明は、請求項 1～11 のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記排気浄化機構は、排気中の粒子状物質が通過する排気浄化触媒と、同排気浄化触媒よりも排気下流側に設けられて前記粒子状物質を捕集する排気浄化部材とから構成され、前記検出手段は、前記排気浄化部材の排気上流側と排気下流側との圧力差を検出することをその要旨とする。

**【0024】**

同構成によれば、排気浄化機構が上記排気浄化触媒と上記排気浄化部材とから構成される場合であっても、請求項 1～11 のいずれかに記載の発明による効果を得ることができる。



**【発明を実施するための最良の形態】****【0025】****(第1の実施形態)**

以下、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置を具体化した第1の実施形態を、図1～図3を併せ参照して説明する。

**【0026】**

図1は、本実施形態の適用される内燃機関10の構成を示している。この内燃機関10は、コモンレール方式の燃料噴射装置、及びターボチャージャ11を備えるディーゼル機関となっており、大きくは吸気通路12、燃焼室13、及び排気通路14等を備えて構成されている。

**【0027】**

内燃機関10の吸気系を構成する吸気通路12には、その最上流部に配設されたエアクリーナ15から下流側に向けて順に、エアフロメータ16、上記ターボチャージャ11のコンプレッサ17、インタークーラ18、及び吸気絞り弁19が配設されている。また吸気通路12は、吸気絞り弁19の下流側に設けられた吸気マニホールド20において分岐され、吸気ポート21を介して内燃機関10の各気筒の燃焼室13に接続されている。

**【0028】**

一方、内燃機関10の排気系を構成する排気通路14では、各気筒の燃焼室13にそれぞれ接続された排気ポート22が排気マニホールド23を介して上記ターボチャージャ11の排気タービン24に接続されている。また排気通路14の排気タービン24下流には排気浄化機構が設けられており、上流側から順に、NO<sub>x</sub>触媒コンバータ25、DPNRコンバータ26、酸化触媒コンバータ27が配設されている。

**【0029】**

NO<sub>x</sub>触媒コンバータ25には、吸蔵還元型のNO<sub>x</sub>触媒が担持されている。このNO<sub>x</sub>触媒は、排気の酸素濃度が高いときに排気中のNO<sub>x</sub>を吸蔵し、排気の酸素濃度が低いときにその吸蔵したNO<sub>x</sub>を放出する。またNO<sub>x</sub>触媒は、上記NO<sub>x</sub>放出時に、還元剤となる未燃燃料成分がその周囲に十分存在していれば、その放出されたNO<sub>x</sub>を還元して浄化する。なお、このNO<sub>x</sub>触媒コンバータ25は排気中のPMが通過する上記排気浄化触媒を構成する。

**【0030】**

DPNRコンバータ26は、多孔質材料によって形成されており、排気中のPMが捕集されるようになっている。このDPNRコンバータ26にも、上記NO<sub>x</sub>触媒コンバータ25と同様に、吸蔵還元型のNO<sub>x</sub>触媒が担持されており、排気中のNO<sub>x</sub>の浄化が行われる。またそのNO<sub>x</sub>触媒によって触発される反応により、捕集されたPMが酸化され、除去されるようになっている。このDPNRコンバータ26は上記排気浄化部材を構成する。

**【0031】**

酸化触媒コンバータ27には、酸化触媒が担持されており、排気中のHCやCOが酸化されて浄化されるようになっている。

なお排気通路14の上記DPNRコンバータ26の上流側及び下流側には、DPNRコンバータ26に流入する排気の温度である入ガス温度 $t_{hci}$ を検出する第1排気温度センサ28、及びDPNRコンバータ26通過後の排気の温度である出ガス温度 $t_{hco}$ を検出する第2排気温度センサ29がそれぞれ配設されている。また排気通路14には、上記DPNRコンバータ26の排気上流側と排気下流側との圧力差 $\Delta P$ を検出する検出手段を構成する差圧センサ30が配設されている。更に排気通路14にあってDPNRコンバータ26と上記酸化触媒コンバータ27との間には、排気空燃比を検出するA/Fセンサ32が配設されている。

**【0032】**

また内燃機関10には、排気の一部を吸気通路12内の空気に再循環させる排気再循環(以下、EGRと記載する)装置が設けられている。EGR装置は、排気通路14と吸気

通路 12 とを連通する EGR 通路 33 を備えて構成されている。EGR 通路 33 の最上流部は、排気通路 14 の上記排気タービン 24 の排気上流側に接続されている。EGR 通路 33 には、その上流側から、再循環される排気を改質する EGR 触媒 34、その排気を冷却する EGR クーラ 35、その排気の流量を調整する EGR 弁 36 が配設されている。そして EGR 通路 33 の最下流部は、吸気通路 12 の上記吸気絞り弁 19 の下流側に接続されている。

#### 【0033】

一方、内燃機関 10 の各気筒の燃焼室 13 には、同燃焼室 13 内での燃焼に供される燃料を噴射する燃料噴射弁 40 がそれぞれ配設されている。各気筒の燃料噴射弁 40 は、高圧燃料供給管 41 を介してコモンレール 42 に接続されている。コモンレール 42 には、燃料ポンプ 43 を通じて高圧燃料が供給される。コモンレール 42 内の高圧燃料の圧力は、同コモンレール 42 に取り付けられたレール圧センサ 44 によって検出されるようになっている。

#### 【0034】

更に燃料ポンプ 43 からは、低圧燃料供給管 45 を通じて、低圧燃料が添加弁 46 に供給されるようになっている。添加弁 46 は、特定の気筒の排気ポート 22 に配設されており、排気タービン 24 側に向けて燃料を噴射して、排気中に燃料を添加する。

#### 【0035】

こうした内燃機関 10 の各種制御を司る電子制御装置 50 は、内燃機関 10 の制御に係る各種演算処理を実行する CPU、その制御に必要なプログラムやデータの記憶された ROM、CPU の演算結果等が一時記憶される RAM、外部との間で信号を入・出力するための入・出力ポート等を備えて構成されている。電子制御装置 50 の入力ポートには、上述した各センサに加え、機関回転速度 NE を検出する機関回転速度センサ 51 やアクセル操作量を検出するアクセルセンサ 52、吸気絞り弁 19 の開度を検出する絞り弁センサ 53 等が接続されている。また電子制御装置 50 の出力ポートには、上記吸気絞り弁 19 や燃料噴射弁 40、燃料ポンプ 43、添加弁 46、EGR 弁 36 等の駆動回路が接続されている。

#### 【0036】

電子制御装置 50 は、上記各センサから入力される検出信号より把握される機関運転状態に応じて、上記出力ポートに接続された各機器類の駆動回路に指令信号を出力する。こうして上記燃料噴射弁 40 による燃料噴射時期や燃料噴射量の制御、上記吸気絞り弁 19 の開度制御、上記 EGR 弁 36 の開度制御に基づく EGR 制御等の各種制御が電子制御装置 50 により実施されている。

#### 【0037】

また電子制御装置 50 は、そうした制御の一環として、上記添加弁 46 による排気に対する燃料添加を実施する。この添加弁 46 による排気への燃料添加は、下記の各制御、すなわち PM 再生制御、NO<sub>x</sub> 還元制御、及び S 被毒回復制御に際して実施される。

#### 【0038】

PM 再生制御は、上記 DPNR コンバータ 26 に捕集された PM を燃焼させて二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) と水 (H<sub>2</sub>O) として排出することで、同 DPNR コンバータ 26 の目詰まりを解消するために行われる。PM 再生制御時には、添加弁 46 から排気への燃料添加を継続的に繰り返すことで、排気中や触媒上で添加された燃料を酸化させて、その酸化反応に伴う発熱で触媒床温を高温化 (例えば 600~700℃) することで、上記 PM の燃焼を図るようにしている。

#### 【0039】

NO<sub>x</sub> 還元制御は、上記 NO<sub>x</sub> 触媒コンバータ 25 及び DPNR コンバータ 26 の NO<sub>x</sub> 触媒に吸蔵された NO<sub>x</sub> を、窒素 (N<sub>2</sub>)、二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) 及び水 (H<sub>2</sub>O) に還元して放出するために行われる。NO<sub>x</sub> 還元制御時には、上記添加弁 46 から排気へと一定の時間をおいて間欠的に燃料添加をすることで、NO<sub>x</sub> 触媒周囲の排気を一時的に酸素濃度が低く、未燃燃料成分が多い状態とする、いわゆるリッチスパイクを間欠的に行うよ

うにしている。これにより、 $\text{NO}_x$ 触媒からの $\text{NO}_x$ の放出及びその還元を促進して、上記 $\text{NO}_x$ の還元浄化を図るようにしている。

#### 【0040】

S被毒回復制御は、 $\text{NO}_x$ 触媒に硫黄酸化物( $\text{SO}_x$ )が吸蔵されることによって低下した $\text{NO}_x$ 吸蔵能力を回復するために行われる。S被毒回復制御が開始されると、まず上記PM再生制御と同様に、添加弁46から排気へと継続的に燃料を添加することで、触媒床温を高温化(例えば600~700℃)する昇温制御が行われる。その後、 $\text{NO}_x$ 還元制御時と同様に、上記添加弁46からの間欠的な燃料添加を行い、間欠的にリッチスパイクを行うことで、 $\text{NO}_x$ 触媒からの $\text{SO}_x$ の放出及びその還元を促進して、上記 $\text{NO}_x$ 吸蔵能力の回復を図るようにしている。

#### 【0041】

ちなみに、この内燃機関10にあって、上記PM再生制御中や、上記S被毒回復制御における触媒床温の高温化中に、上記燃料噴射弁40によるアフター噴射を実施するようにしてもよい。このアフター噴射は、メイン噴射のような燃焼室13での燃焼に供される燃料噴射の後に行われる噴射であって、こうしたアフター噴射において噴射される燃料の多くは、燃焼室13内で燃焼されることなく排気通路に排出される。そのため、こうしたアフター噴射によっても排気中の未燃燃料成分を増量して触媒床温の高温化等を促進することができる。なお、上記添加弁46やアフター噴射等は上記添加手段を構成する。

#### 【0042】

以上のように本実施形態では、排気通路に設けられた添加弁46から排気への燃料添加を行ったり、場合によっては燃料噴射弁40からのアフター噴射を実施したりして、内燃機関10の排気浄化性能の維持を図るようにしている。

#### 【0043】

ところで、上述したようなPM再生制御の実行によって $\text{NO}_x$ 触媒コンバータ25やDPNRコンバータ26に燃料を添加しつづける場合には、各コンバータの上流側の部位で燃料の燃焼が継続して行われ、各コンバータの下流側の部位に向けて高温の排気が連続的に送り込まれる。そのため、 $\text{NO}_x$ 触媒コンバータ25やDPNRコンバータ26の温度はその排気下流側に向かうほど高くなる傾向にあり、DPNRコンバータ26の上流側の部位にPMが残留しやすくなる。すなわち部分的な粒子状物質の燃え残りが生じやすくなる。また、こうした連続添加ではDPNRコンバータ26の上流側に配設される $\text{NO}_x$ 触媒コンバータ25の温度が上がりにくいいため、その前端部にはPM等が付着しやすく、詰まりが生じるおそれもある。

#### 【0044】

そこで本実施形態では、上記添加弁46による排気への燃料添加にかかる制御として、さらにバーンアップ制御を追加するようにしている。このバーンアップ制御では添加弁46から排気への燃料添加が間欠的に行われ、これにより次のような効果が得られる。

#### 【0045】

すなわち、燃料を間欠的に添加する場合には、高温の排気が $\text{NO}_x$ 触媒コンバータ25やDPNRコンバータ26の下流側の部位に向けて連続的に送り込まれるといった状態が抑制され、各コンバータにおける温度分布の偏りを抑えることができる。そのため、DPNRコンバータ26にあって部分的に残留するPMの量を減少させることができ、また、 $\text{NO}_x$ 触媒コンバータ25の前端部に付着したPM等の量を減少させることもできる。

#### 【0046】

なお、DPNRコンバータ26にPMが残留していると、この残留したPMが次のPM再生制御実行時に急激燃焼されるおそれがある。この点上記バーンアップ制御を実施しておけばDPNRコンバータ26に残留するPMの量を減少させることができるため、このような急激燃焼も抑制することができる。

#### 【0047】

ところでこのような間欠添加では、DPNRコンバータ26におけるPMの部分的な残留を抑えたり、 $\text{NO}_x$ 触媒コンバータ25の前端部におけるPM等の付着量を減少させた

りすることができるものの、PM再生制御の実行による連続添加を行う場合と比較してPMの酸化等が促進される。そのため、この間欠添加の実行を適切に行わなければ、DPNRコンバータ26が過度に昇温されてしまうおそれがある。

#### 【0048】

ここで、DPNRコンバータ26に捕集されたPMの量がPM再生制御による燃料添加によって減少していくほど、DPNRコンバータ26の排気上流側と排気下流側との圧力差は小さくなっていくため、この圧力差に基づいてPM残留量を推定することができる。

#### 【0049】

そこで本実施形態では、PM再生制御による燃料添加の実行中にあって、予め設定されたタイミングでの圧力差と、同タイミングに対応した圧力差の基準値である差圧基準値とを比較する比較手段を備えるようにしている。そして同比較手段によって、予め設定されたタイミングでの圧力差が上記差圧基準値を超えているときには、燃料の添加態様を間欠添加に切り替える、換言すればバーンアップ制御を実行する切替手段を備えるようにもしている。すなわち、間欠添加とは異なる態様で燃料添加が行われているときにPMの減少が十分に行われていない場合には、燃料の添加態様を間欠添加に切り替えるようにしている。

#### 【0050】

以下、図2及び図3を併せ参照して、本実施形態におけるバーンアップ制御の実行態様を説明する。

図2に示す一連の処理はバーンアップ制御の処理手順を示しており、電子制御装置50によって所定時間毎に繰り返し実行される。

#### 【0051】

本処理が開始されるとまず、PM再生制御が実行されているか否かが判断される(S110)。このPM再生制御は、別途行われる処理によって推定されたDPNRコンバータ26のPM堆積量PMsmがPM再生基準値PMstartに達したときに実行される。なお、PM堆積量PMsmは次式(1)に基づいて算出される。

#### 【0052】

$$PMsm \leftarrow \text{Max} [PMsm + PMe - PMc, 0] \quad \cdots (1)$$

PMsm: PM堆積量

PMe: PM排出量

PMc: PMの酸化量

PM排出量PMeは、内燃機関10の全燃焼室から排出されるPMの量であり、予めの実験等を通じて設定されたマップ、すなわち機関回転速度NEと機関負荷（ここでは燃料噴射弁40からの燃料噴射量）とをパラメータとするPM排出量算出マップを参照して求められる。

#### 【0053】

酸化量PMcは、DPNRコンバータ26に捕集されたPMが酸化により浄化される量である。この酸化量PMcは、予めの実験等を通じて設定されたマップ、すなわちDPNRコンバータ26の床温（ここでは第2排気温センサ29にて検出される出ガス温度thco）とエアフロメータ16によって検出される吸入空気量Gaとをパラメータとする酸化量算出マップを参照して求められる。

#### 【0054】

ここで、式(1)の右辺のPM堆積量PMsmは、前回の処理で算出されたPM堆積量PMsmである。Maxは[]内の数値のうちで大きい方の数値を抽出する演算子である。従って、「PMsm + PMe - PMc」が正の値ならば、「PMsm + PMe - PMc」の値が現在のPM堆積量PMsmに設定されるが、負の値になるとPM堆積量PMsmには「0」が設定される。そして、内燃機関10の運転状態により、「PM排出量PMe > 酸化量PMc」の状態が継続すると、推定されるPM堆積量PMsmは次第に大きな

る。一方、燃料添加が行われるときには「PM排出量  $PM_e < \text{酸化量 } PM_c$ 」となり、推定されるPM堆積量  $PM_{sm}$  は次第に小さくなる。

#### 【0055】

上記ステップ S110 の処理において、PM再生制御が実行されていない旨判定されるときには (S110: NO)、本処理は一旦終了される。

一方、ステップ S110 の処理において、PM再生制御が実行されている旨判定されるときには (S110: YES)、現在のPM堆積量  $PM_{sm}$  が閾値 A 以下であるか否かが判定される (S120)。この閾値 A は、バーンアップ制御による間欠添加を行っても、DPNRコンバータ 26 内のPMが急激に酸化・燃焼されることがなく、同DPNRコンバータ 26 に熱劣化を生じさせない程度に現在のPM堆積量  $PM_{sm}$  が小さいか否かを判定することのできる値として設定されている。なお、閾値 A は上記PM再生基準値  $PM_{start}$  よりも小さい値であって、予めの実験等を通じてその値は最適化されている。

#### 【0056】

そして、現在のPM堆積量  $PM_{sm}$  が閾値 A よりも大きい旨判定されるときには (S120: NO)、DPNRコンバータ 26 内にPMがまだ多く残っており、間欠添加を行うと同DPNRコンバータ 26 内で急激な燃焼が起きる可能性があるとして、バーンアップ制御を実行することなく本処理は一旦終了される。なお、このときにはPM再生制御による連続添加が継続して実行される。

#### 【0057】

一方、PM再生制御の継続によってDPNRコンバータ 26 内のPMの量が減少し、現在のPM堆積量  $PM_{sm}$  が閾値 A 以下である旨判定されるときには (S120: YES)、間欠添加を行ってもDPNRコンバータ 26 内では急激な燃焼が生じないと推定することができる。そこで、圧力差  $\Delta P$  と吸入空気量  $G_a$  との比である「 $\Delta P / G_a$ 」の値が差圧基準値  $D_p$  よりも大きいかが判定される (S130)。この差圧基準値  $D_p$  は、PMの実際の堆積量が上記閾値 A であるときの圧力差  $\Delta P$  に基づいて設定された値であり、予めの実験等を通じてその値は最適化されている。

#### 【0058】

なお、PM残留量の推定に際しては、「 $\Delta P / \text{排気の流量}$ 」の値を用いるようにした方がより推定精度を向上させることができるものの、吸入空気量  $G_a$  は排気の流量と正比例関係にあるので、「 $\Delta P / G_a$ 」の値を用いても精度に問題はない。尚、このような「 $\Delta P / G_a$ 」と  $D_p$  との比較ではなく、圧力差  $\Delta P$  を排気の圧力差として、排気の流量（あるいは吸入空気量  $G_a$ ）に応じて大きく設定される値（例えば  $D_p \times G_a$ ）とを比較してもよい。また、より簡易的には、圧力差  $\Delta P$  と予め設定された基準値とを比較するようにしてもよい。

#### 【0059】

そして、「 $\Delta P / G_a$ 」の値が差圧基準値  $D_p$  以下である旨判定されるときには (S130: NO)、PM再生制御の実行によってPMは確実に燃焼されつつあると判断することができるため、バーンアップ制御を実行することなく本処理は一旦終了される。なお、このときにはPM再生制御による連続添加が継続して実行される。

#### 【0060】

一方、「 $\Delta P / G_a$ 」の値が差圧基準値  $D_p$  よりも大きい旨判定されるときには (S130: YES)、PMが十分に燃焼されておらず、残留してしまうおそれがあると判断することができるため、バーンアップ制御が実行される (S140)。すなわち燃料の添加態様がPM再生制御による連続添加から間欠添加に切り替えられ、本処理は一旦終了される。なお、このバーンアップ制御は、PM堆積量  $PM_{sm}$  が「0」になったとき、PMの残留量が十分に少なくなったと判断できる程度に圧力差  $\Delta P$  が小さくなったとき、あるいは間欠添加における燃料添加が予め設定された回数だけ行われたとき等に終了させるとよい。

#### 【0061】

図3は、上記バーンアップ制御処理が行われるときの圧力差の比較タイミングを示して

いる。なお同図3は、時刻 $t_0$ 以前においてPM堆積量 $PM_{sm}$ がPM再生基準値 $PM_{start}$ に達しており、すでにPM再生制御が実施されている途中の状態を示している。

#### 【0062】

この図3に示されるように、PM再生制御による連続添加によってDPNRコンバータ26のPM量は減少し、PM堆積量 $PM_{sm}$ は徐々に小さくなっていく。このとき、PM堆積量 $PM_{sm}$ が閾値Aよりも大きい間（時刻 $t_0$ ～時刻 $t_1$ の間）は、燃料添加態様として連続添加が設定される。そして時刻 $t_1$ において、PM堆積量 $PM_{sm}$ が閾値A以下になると、そのタイミングで「 $\Delta P/G_a$ 」の値と差圧基準値 $D_p$ との比較が行われ、「 $\Delta P/G_a$ 」の値が差圧基準値 $D_p$ よりも大きい場合には、燃料の添加態様が間欠添加に切り替えられる（時刻 $t_1$ ）。この時刻 $t_1$ 以降においては、間欠添加が実施されることによってDPNRコンバータ26に残留したPMの酸化が促され、 $NO_x$ 触媒コンバータ25の前端部に付着したPM等の量も減少される。

#### 【0063】

以上説明したように、本実施形態によれば次のような効果を得ることができる。

(1) PM再生制御による燃料添加の実行中にあって、予め設定されたタイミングでの圧力差が、そのタイミングに対応した圧力差の基準値である差圧基準値 $D_p$ を超えているときに、燃料の添加態様を間欠添加に切り替えるようにしている。すなわち、間欠添加とは異なる態様で燃料添加が行われているときにPMの減少が十分に行われていない場合には、燃料の添加態様を間欠添加に切り替えるようにしている。従って、間欠添加を適切に実施することができ、もってDPNRコンバータ26に残留するPMの量を減少させることができるようになる。

#### 【0064】

なお、DPNRコンバータ26にPMが残留していると、この残留したPMが次の燃料添加時に急激燃焼されるおそれがある。この点、本実施形態によればDPNRコンバータ26に残留するPMの量を減少させることができるため、このような急激燃焼も抑制することができる。

#### 【0065】

(2) 圧力差と差圧基準値 $D_p$ との比較は、PM堆積量 $PM_{sm}$ が予め設定された閾値A以下となったタイミングで行うようにしている。すなわち、圧力差の比較タイミングをPM堆積量 $PM_{sm}$ に基づいて設定するようにしている。従って、PMの堆積量がある程度減少したときに圧力差の比較が行われるようになり、大量のPMが間欠添加によって急激に酸化される等といった、DPNRコンバータ26の過昇温を招くおそれのある状態を回避することができる。

#### (第2の実施形態)

次に、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置を具体化した第2の実施形態を、図4及び図5を併せ参照して説明する。

#### 【0066】

上記第1の実施形態では、PM再生制御の実行中にあってPM堆積量 $PM_{sm}$ が閾値A以下となったタイミングで、圧力差の比較を行うようにした。一方、本実施形態では比較タイミングに加え、バーンアップ制御による間欠添加に切り替えられた後にも圧力差の比較を行うようにしている。この点のみが第1の実施形態とは異なっている。そこで以下ではこの相違点を中心にして本実施形態を説明する。

#### 【0067】

図4に示す一連の処理は、圧力差の比較を行うか否かを判定するための判定処理についてその手順を示している。なお、この処理も電子制御装置50によって所定時間毎に繰り返し実行される。

#### 【0068】

本処理が開始されると、まず、PM再生制御が実行されているか否かが判断される（ステップS210）。このステップS210での処理は先の図2に示したステップS110での処理と同一である。

## 【0069】

そして、ステップS210の処理にて、PM再生制御が実行されている旨判定される場合には（S210：YES）、現在のPM堆積量PMsmが閾値A以下であるか否かが判定される（S220）。このステップS220での処理は先の図2に示したステップS120での処理と同一である。そして、現在のPM堆積量PMsmが閾値Aよりも大きい旨判定される場合には（S220：NO）、本処理は一旦終了される。

## 【0070】

一方、現在のPM堆積量PMsmが閾値A以下である旨判定される場合には（S220：YES）、先の図2に示したステップS130での処理と同様に圧力差の比較が行われ（S230）、本処理は一旦終了される。

## 【0071】

他方、ステップS210の処理にて、PM再生制御が実行されていない旨判定される場合には（S210：NO）、バーンアップ制御を実行中か否かが判断される（S240）。そして、バーンアップ制御が実行されていない旨判定される場合には、本処理は一旦終了される。

## 【0072】

一方、バーンアップ制御を実行中である旨判定される場合には（S240 YES）、現在のPM堆積量PMsmが閾値B以下であるか否かが判定される（S250）。この閾値Bは上記閾値Aよりも小さい値が設定されている。そして、現在のPM堆積量PMsmが閾値Bよりも大きい旨判定される場合には（S250：NO）、本処理は一旦終了される。

## 【0073】

一方、現在のPM堆積量PMsmが閾値B以下である旨判定される場合には（S250：YES）、圧力差の比較が行われ（S230）、「 $\Delta P/Ga$ 」の値が差圧基準値Dp以下である旨判定されると、ここではバーンアップ制御の実行によってPMの残留量が減少していると判断されて本処理は一旦終了される。

## 【0074】

図5は、上記判定処理が行われるときの圧力差の比較タイミングを示している。なお同図5は、時刻t0以前においてPM堆積量PMsmがPM再生基準値PMstartに達しており、すでにPM再生制御が実施されている途中の状態を示している。

## 【0075】

この図5に示されるように、PM再生制御による連続添加によってDPNRコンバータ26のPM量は減少し、PM堆積量PMsmは徐々に小さくなっていく。このとき、PM堆積量PMsmが閾値Aよりも大きい間（時刻t0～時刻t1の間）は、燃料添加態様として連続添加が設定される。そして時刻t1において、PM堆積量PMsmが閾値A以下になったタイミングで「 $\Delta P/Ga$ 」の値と差圧基準値Dpとの比較が行われ、「 $\Delta P/Ga$ 」の値が差圧基準値Dpよりも大きい場合には、燃料の添加態様が間欠添加に切り替えられる（時刻t1）。その後バーンアップ制御による間欠添加によってDPNRコンバータ26に残留したPM量は減少し、PM堆積量PMsmは徐々に小さくなっていく。そして、PM堆積量PMsmが閾値B以下となったタイミングで、再び「 $\Delta P/Ga$ 」の値と差圧基準値Dpとの比較がなされ、PMの残留量が減少しているか否かの判断がなされる。

## 【0076】

このように本実施形態によれば、間欠添加への切り替え後にも圧力差の比較が行われる。そのため、間欠添加によってPMの残留量が減少されているか否かを判断することができるようになる。

（第3の実施形態）

次に、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置を具体化した第3の実施形態を、図6及び図7を併せ参照して説明する。

## 【0077】



上記第1の実施形態では、バーンアップ制御に切り替える前において、「 $\Delta P/Ga$ 」の値と差圧基準値 $Dp$ との比較を行うようにした。一方、本実施形態ではこのような比較に加え、バーンアップ制御に切り替えられた後にも、「 $\Delta P/Ga$ 」の値と差圧基準値 $Dp$ との比較を行うようにしている。この点のみが第1の実施形態とは異なっている。そこで以下ではこの相違点を中心にして本実施形態を説明する。

#### 【0078】

図6に示す一連の処理は、圧力差の比較処理についてその手順を示している。なお、この処理も電子制御装置50によって所定時間毎に繰り返し実行される。

本処理が開始されると、まず、PM再生制御が実行されているか否かが判断される（ステップS310）。このステップS310での処理は先の図2に示したステップS110での処理と同一である。

#### 【0079】

そして、ステップS310の処理にて、PM再生制御が実行されている旨判定される場合には（S310: YES）、「 $\Delta P/Ga$ 」の値が差圧基準値 $DpA$ よりも大きいかが判断される（S320）。このステップS320での処理は先の図2に示したステップS130での処理と同一であり、差圧基準値 $DpA$ は上記差圧基準値 $Dp$ と同一の値が設定されている。そして、「 $\Delta P/Ga$ 」の値が差圧基準値 $DpA$ 以下である旨判定される場合には（S320: NO）、本処理は一旦終了される。

#### 【0080】

一方、「 $\Delta P/Ga$ 」の値が差圧基準値 $DpA$ よりも大きい旨判定される場合には（S320: YES）、先の図2に示したステップS140での処理と同様に、燃料の添加態様がバーンアップ制御による間欠添加に切り替えられ（S230）、本処理は一旦終了される。

#### 【0081】

他方、ステップS310の処理にて、PM再生制御が実行されていない旨判定される場合には（S310: NO）、バーンアップ制御を実行中か否かが判断される（S340）。そして、バーンアップ制御が実行されていない旨判定される場合には、本処理は一旦終了される。

#### 【0082】

一方、バーンアップ制御を実行中である旨判定される場合には（S340: YES）、現在検出されている圧力差 $\Delta P$ を用いた「 $\Delta P/Ga$ 」の値が、差圧基準値 $DpB$ よりも大きいかが判断される（S350）。この差圧基準値 $DpB$ は上記差圧基準値 $DpA$ よりも小さい値が設定されており、より好適にはPMの残留量が十分に減少していることを判定することのできる値が設定されている。そして、「 $\Delta P/Ga$ 」の値が差圧基準値 $DpB$ よりも大きい旨判定される場合には（S350: YES）、PMの残留量がまだ十分に減少されていないとして、バーンアップ制御の実行が継続され（S330）、本処理は一旦終了される。

#### 【0083】

一方、「 $\Delta P/Ga$ 」の値が差圧基準値 $DpB$ 以下である旨判定される場合には（S350: NO）、本処理は一旦終了される。このステップS350の処理において、「 $\Delta P/Ga$ 」の値が差圧基準値 $DpB$ 以下である旨判定される場合には、間欠添加によってPMの残留量が確実に減少していると判断することができ、バーンアップ制御は終了される。

#### 【0084】

図7は、上記比較処理が行われるときの圧力差の比較タイミングを示している。なお同図7は、時刻 $t_0$ 以前においてPM堆積量 $PMsm$ がPM再生基準値 $PMstart$ に達しており、すでにPM再生制御が実施されている途中の状態を示している。

#### 【0085】

この図7に示されるように、PM再生制御による連続添加によって $DPNR$ コンバータ26のPM量は減少し、「 $\Delta P/Ga$ 」の値は徐々に小さくなっていく。このとき、PM



堆積量  $PM_{sm}$  が閾値  $A$  よりも大きい間 (時刻  $t_0 \sim$  時刻  $t_1$  の間) は、燃料添加態様として連続添加が設定される。そして時刻  $t_1$  において、 $PM$  堆積量  $PM_{sm}$  が閾値  $A$  以下になると、そのタイミングで「 $\Delta P/G_a$ 」の値と差圧基準値  $D_{pA}$  との比較が行われ、「 $\Delta P/G_a$ 」の値が差圧基準値  $D_{pA}$  よりも大きい場合には、燃料の添加態様が間欠添加に切り替えられる (時刻  $t_1$ )。その後もバーンアップ制御による間欠添加によって  $DPNR$  コンバータ 26 に残留した  $PM$  量は減少し、「 $\Delta P/G_a$ 」の値は徐々に小さくなっていく。そして、「 $\Delta P/G_a$ 」の値が差圧基準値  $D_{pB}$  以下になると (時刻  $t_3$ )、間欠添加によって  $PM$  の残留量が確実に減少していると判断され、バーンアップ制御は終了される。

#### 【0086】

このように本実施形態によれば、 $PM$  の残留量が間欠添加によって確実に減少していることを判断することができ、過度な間欠添加の継続を抑えることができるようになる。

なお、上記第2の実施形態で説明したステップ  $S_{250}$  の処理において、 $PM$  堆積量  $PM_{sm}$  が閾値  $B$  以下である旨判定される場合に、本実施形態におけるステップ  $S_{350}$  の処理、すなわち「 $\Delta P/G_a$ 」の値と差圧基準値  $D_{pB}$  との比較を行うようにしてもよい。

#### (第4の実施形態)

次に、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置を具体化した第4の実施形態を、図8及び図9を併せ参照して説明する。

#### 【0087】

燃料添加によって  $PM$  が酸化・燃焼されると、その一部はアッシュなどの非可燃性物質になる。この非可燃性物質が  $DPNR$  コンバータ 26 に残留すると、その残留量は上記圧力差  $\Delta P$  に影響を与え、上述したような圧力差の比較判定における判定精度が低下するおそれがある。そこで本実施形態では、このようなアッシュの残留量を推定し、この推定値に基づいて上記第3の実施形態における差圧基準値  $D_{pA}$ 、 $D_{pB}$  をそれぞれ補正するようにしている。

#### 【0088】

図8に示す一連の処理は、アッシュの残留量に相当するアッシュ学習値  $g_D$  の算出処理についてその手順を示している。なお、この処理は電子制御装置 50 によって所定時間毎に繰り返し実行される。また、この一連の処理は上記非可燃性物質推定手段を構成する。

#### 【0089】

本処理が開始されると、まず、バーンアップ制御の終了直後であるか否かが判断される ( $S_{410}$ )。そして、バーンアップ制御の終了直後ではない旨判定される場合には ( $S_{410}:NO$ )、本処理は一旦終了される。

#### 【0090】

一方、バーンアップ制御の終了直後である旨判定される場合には ( $S_{410}:YES$ )、現在の圧力差  $\Delta P$  が読み込まれ ( $S_{420}$ )、前回のバーンアップ制御終了直後に読み込まれた圧力差  $\Delta P$  と今回のバーンアップ制御終了直後に読み込まれた圧力差  $\Delta P$  との差がアッシュ学習値  $g_D$  として算出される ( $S_{430}$ )。そして本処理は一旦終了される。

#### 【0091】

図9に示す一連の処理は、本実施形態において算出されるアッシュ学習値  $g_D$  を利用して第3の実施形態で説明した圧力差の比較処理を行う場合の処理手順を示している。なお、図9に示す処理手順において、先の図6に示した処理手順と同一の処理については同じ符号を付している。

#### 【0092】

この図9に示されるように、ステップ  $S_{520}$  では、差圧基準値  $D_{pA}$  にアッシュ学習値  $g_D$  が加算された値、すなわちアッシュの残留によって増大する圧力差の分だけ、かさ上げされた差圧基準値と「 $\Delta P/G_a$ 」の値とが比較される。また、ステップ  $S_{530}$  でも同様に、差圧基準値  $D_{pB}$  にアッシュ学習値  $g_D$  が加算された値と「 $\Delta P/G_a$ 」の値とが比較される。このように本実施形態では、アッシュ学習値  $g_D$  に基づいて各差圧基準

値を補正するようにしているため、DPNRコンバータ26に非可燃性物質が残留する場合であっても、上述した圧力差の比較判定における判定精度を好適に確保することができ、ひいては間欠添加の切り替えも好適に行うことができるようになる。ちなみに、ステップS520やステップS530の処理における差圧基準値の補正処理は上記補正手段を構成する。

#### 【0093】

なお、アッシュ学習値 $gD$ による差圧基準値の補正に代えて、アッシュ学習値 $gD$ による圧力差 $\Delta P$ の補正を行っても同様な効果を得ることができる。例えば、ステップS520では、圧力差 $\Delta P$ からアッシュ学習値 $gD$ が減算された値、すなわちアッシュの残留に起因する圧力差の増大分が補正された圧力差を用いて「 $\Delta P / Ga$ 」の値を算出する。また、ステップS530でも同様に、圧力差 $\Delta P$ からアッシュ学習値 $gD$ が減算された値を用いて「 $\Delta P / Ga$ 」の値を算出するようにしてもよい。

#### 【0094】

ちなみに、このようなアッシュ学習値 $gD$ による差圧基準値や圧力差の補正は、第1の実施形態や第2の実施形態にも同様に適用することができる。

(第5の実施形態)

次に、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置を具体化した第5の実施形態を、図10を併せ参照して説明する。

#### 【0095】

内燃機関の吸入空気量が少なくなるほど、すなわち排気の流量が低下するほど、上記圧力差 $\Delta P$ は大きくばらつく傾向にある。そしてこのように圧力差 $\Delta P$ が大きくばらつくときには、上述したような圧力差の比較判定における判定結果もばらつくようになり、その結果における信頼性も低下するようになる。そこで本実施形態では、上記第1の実施形態において、吸入空気量 $Ga$ が所定量 $Gamin$ 以上のときに「 $\Delta P / Ga$ 」の値と差圧基準値 $Dp$ との比較を行うようにしている。

#### 【0096】

すなわち、図10に示す一連の処理のように、第1の実施形態で説明したステップS130の処理の前に、吸入空気量 $Ga$ が所定量 $Gamin$ 以上であるか否かを判断する処理(S610)を追加するようにしている。従って、吸入空気量 $Ga$ が所定量 $Gamin$ に満たない場合には(S610:NO)、「 $\Delta P / Ga$ 」の値と差圧基準値 $Dp$ との比較が行われることなく、バーンアップ制御処理は一旦終了される。

#### 【0097】

一方、吸入空気量 $Ga$ が所定量 $Gamin$ 以上である場合には(S610:YES)、「 $\Delta P / Ga$ 」の値と差圧基準値 $Dp$ との比較が行われる。

このように本実施形態では、吸入空気量 $Ga$ が所定量 $Gamin$ 以上のときに圧力差の比較が行われるため、上述したような判定結果の信頼性低下を抑制することができるようになる。

#### 【0098】

なお、吸入空気量 $Ga$ が所定量 $Gamin$ 以上のときの圧力差 $\Delta P$ を検出するようにしても同様な効果を得ることができる。

ちなみに、このような吸入空気量 $Ga$ と所定量 $Gamin$ との比較は、第2～第4の実施形態にもそれぞれ同様に適用することができる。

(第6の実施形態)

次に、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置を具体化した第6の実施形態を、図11を併せ参照して説明する。

#### 【0099】

本実施形態では、上述したような圧力差の比較タイミングから所定期間経過するまでの間に検出された圧力差の平均値を算出するようにしており、上記第1～第5の実施形態における圧力差 $\Delta P$ としてこの算出された平均値を利用するようにしている。

#### 【0100】

図 11 に示す一連の処理は、本実施形態において圧力差  $\Delta P$  の平均値を算出するための処理手順を示しており、この処理も電子制御装置 50 によって所定時間毎に繰り返し実行される。

【0101】

本処理が開始されると、まず、PM 再生制御を実行中か否かが判断される (S710)。ここでの処理は先の図 2 に示したステップ S110 の処理と同一である。そして、PM 再生制御が実行されていない旨判定される場合には (S710: NO)、本処理は一旦終了される。

【0102】

一方、PM 再生制御が実行中である旨判定される場合には (S710: YES)、現在の PM 堆積量  $PM_{sm}$  が前述した閾値 A 以下であるか否かが判断される (S720)。そして、PM 堆積量  $PM_{sm}$  が閾値 A よりも大きい旨判定される場合には (S720: NO)、本処理は一旦終了される。

【0103】

一方、PM 堆積量  $PM_{sm}$  は閾値 A 以下である旨判定される場合には (S720: YES)、すなわち上述したような圧力差の比較が行われるタイミングであるときには、前回読み込まれた圧力差  $\Delta P$  と今回読み込まれた圧力差  $\Delta P$  との平均値が算出され、この平均値が仮の圧力差  $\Delta P$  とされる (S730)。

【0104】

次に、PM 堆積量  $PM_{sm}$  は判定値 D 以下であるか否かが判断される (S740)。この判定値 D は上記閾値 A よりも小さい値が設定されている。そして、PM 堆積量  $PM_{sm}$  が判定値 D よりも大きい旨判定される場合には、本処理は一旦終了され、PM 堆積量  $PM_{sm}$  が判定値 D 以下になるまで同処理が繰り返し実行されることにより、圧力差  $\Delta P$  の平均値についてその更新が行われる。

【0105】

一方、ステップ S740 の処理において、PM 堆積量  $PM_{sm}$  が判定値 D 以下である旨判定される場合には (S740: YES)、現在算出されている平均値が圧力差  $\Delta P$  として確定され (S750)、本処理は一旦終了される。

【0106】

このように本実施形態では、PM 堆積量  $PM_{sm}$  が閾値 A 以下である旨判定されたときから、PM 堆積量  $PM_{sm}$  が判定値 D 以下である旨判定される時まで、すなわち圧力差の比較を行うタイミングから所定期間が経過するまでの間に検出される圧力差について、その平均値が算出される。そのため、圧力差の変動が前述したような圧力差の比較判定に与える影響を抑制することができるようになる。

【0107】

ちなみに、本実施形態では PM 堆積量  $PM_{sm}$  が判定値 D 以下になるまで圧力差の平均値を更新するようにしているが、圧力差の比較を行うタイミングから所定の時間が経過するまでの間、圧力差の平均値を更新するようにしてもよい。

【0108】

また、ステップ S730 の処理における平均値の算出に代えて、検出される圧力差をなまし処理するなどして、同圧力差の徐変値を算出するようにしても同様な効果を得ることができる。

(第 7 の実施形態)

次に、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置を具体化した第 7 の実施形態を、図 12 を併せ参照して説明する。

【0109】

本実施形態では、第 1 の実施形態における  $NO_x$  触媒コンバータ 25 及び DPNR コンバータ 26 といった 2 つのコンバータに代えて、図 12 に示すような 1 つの DPNR コンバータ 126 を備えるようにしている点のみが異なる。そして、第 1 の実施形態と同様に、第 1 排気温センサ 28 によって DPNR コンバータ 126 に流入する排気の温度である

入ガス温度  $t_{hci}$  が検出され、第 2 排気温センサ 29 によって DPNR コンバータ 126 通過直後の排気の温度である出ガス温度  $t_{ho}$  が検出される。また、差圧センサ 30 によって DPNR コンバータ 126 の排気上流側と排気下流側との圧力差  $\Delta P$  が検出される。

【0110】

このような構成にあって、DPNR コンバータ 126 に燃料を添加しつづける場合には、DPNR コンバータ 126 の上流側の部位で燃料の燃焼が継続して行われ、同 DPNR コンバータ 126 の下流側の部位に向けて高温の排気が連続的に送り込まれる。そのため、DPNR コンバータ 126 の温度はその排気下流側に向かうほど高くなる傾向にあり、同 DPNR コンバータ 126 の上流側の部位に PM が残留しやすくなる。また、こうした連続添加では DPNR コンバータ 126 の上流側の部位の温度が上がりにくいいため、その前端部には PM 等が付着しやすく、詰まりが生じるおそれもある。

【0111】

一方、燃料を間欠的に添加する場合には、高温の排気が DPNR コンバータ 126 の下流側の部位に向けて連続的に送り込まれるといった状態が抑制され、DPNR コンバータ 126 における温度分布の偏りを抑えることができる。そのため、DPNR コンバータ 126 にあって部分的に残留する PM の量を減少させることができ、また DPNR コンバータ 126 の前端部における PM 等の付着量も好適に減少させることができる。

【0112】

そこで本実施形態でも、第 1 の実施形態で説明したようなバーンアップ制御処理を実行するようにしており、これにより本実施形態においても第 1 の実施形態と同様な効果を得ることができる。

【0113】

また、本実施形態のような排気浄化装置であっても、上記第 2 ～ 第 6 の各実施形態は同様に実施することができ、各実施形態に対応した効果を得ることができる。

なお、上記各実施形態は以下のように変更して実施することもできる。

【0114】

・前述したように、内燃機関の吸入空気量が少なくなるほど、上記各実施形態における圧力差の比較判定での判定結果もばらつくようになり、その結果における信頼性も低下するようになる。そこで、上記各実施形態における差圧基準値について、図 13 に示すように、吸入空気量が減少するほどより大きい値に設定されるようにしてもよい。この場合には、吸入空気量が少なくなるほど間欠添加は実施されにくくなる。そのため、圧力差の比較時における誤判定に起因した間欠添加の切り替えを好適に抑制することができるようになる。

【0115】

・エアフロメータ 16 にて吸入空気量  $G_a$  を検出する代わりに、内燃機関 10 の運転状態、例えば機関回転速度  $NE$  と燃料噴射量とから排気の流量を算出し、これを吸入空気量  $G_a$  の代用値として用いるようにしてもよい。

【0116】

・上記  $NO_x$  触媒コンバータ 25 が他の触媒コンバータであったり、上記 DPNR コンバータ 26、126 が PM を捕集する機能のみを有するフィルタであったりしても、本発明は同様に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0117】

【図 1】 本発明にかかる内燃機関の排気浄化装置の第 1 の実施形態について、これが適用される内燃機関及びその周辺構成を示す概略図。

【図 2】 同実施形態におけるバーンアップ制御の処理手順を示すフローチャート。

【図 3】 同実施形態における圧力差の比較タイミングを示すタイムチャート。

【図 4】 第 2 の実施形態における判定処理の手順を示すフローチャート。

【図 5】 同実施形態における圧力差の比較タイミングを示すタイムチャート。

【図 6】 第 3 の実施形態における圧力差の比較処理についてその手順を示すフローチャート。

【図 7】 同実施形態における圧力差の比較タイミングを示すタイムチャート。

【図 8】 第 4 の実施形態におけるアッシュ学習値の算出処理についてその手順を示すフローチャート。

【図 9】 同実施形態における圧力差の比較処理についてその手順を示すフローチャート。

【図 10】 第 5 の実施形態におけるバーンアップ制御の処理手順を示すフローチャート。

【図 11】 第 6 の実施形態において圧力差の平均値を算出するための処理手順を示すフローチャート。

【図 12】 第 7 の実施形態における排気浄化装置の構成を示す概略図。

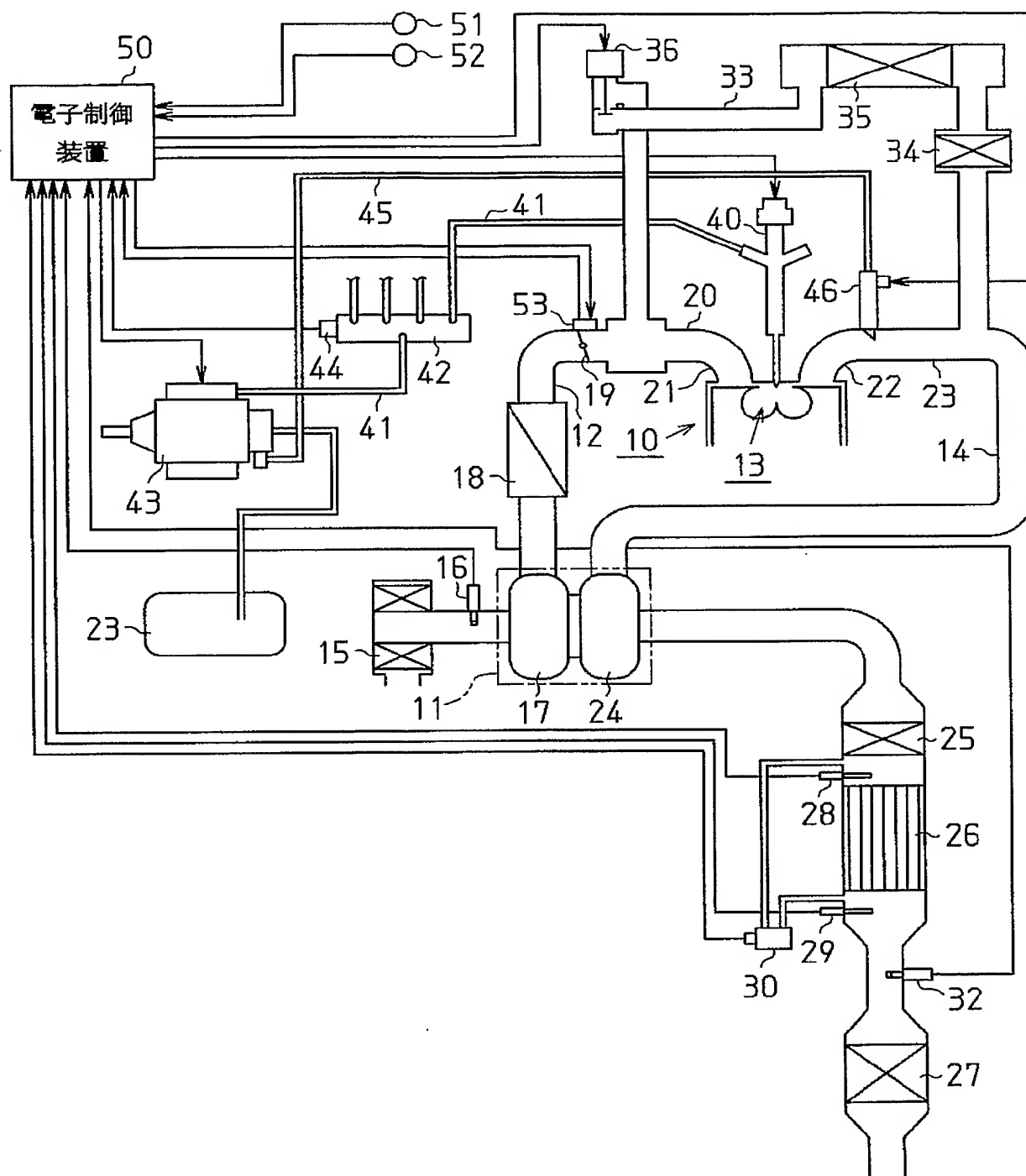
【図 13】 上記各実施形態の変形例において、差圧基準値と吸入空気量との対応関係を示す説明図。

【符号の説明】

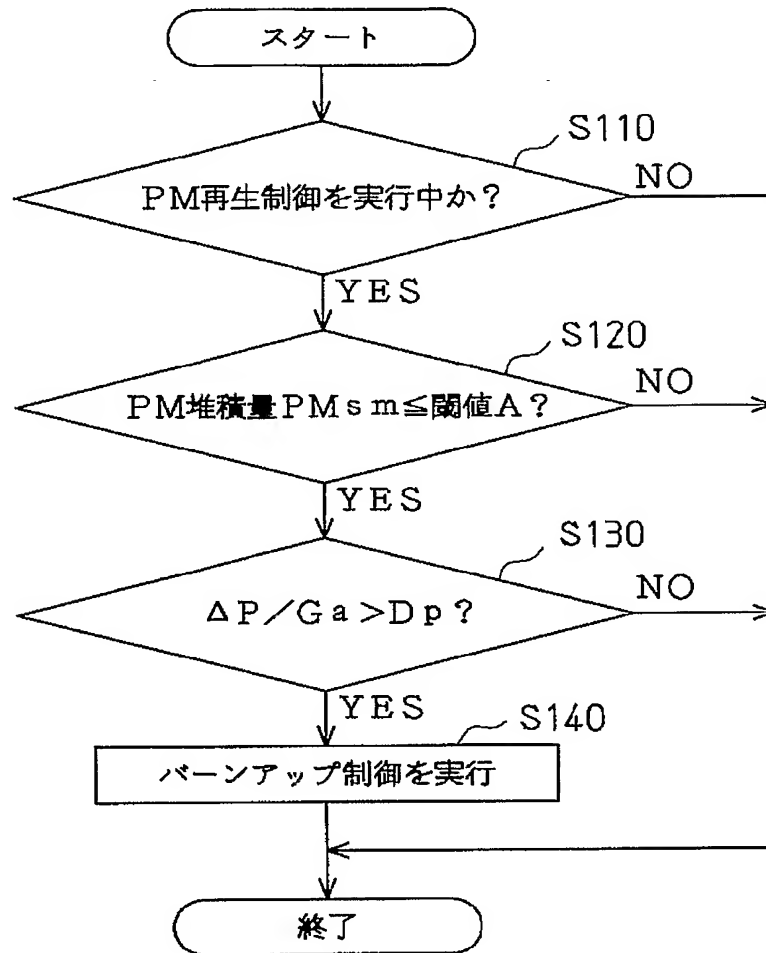
【0118】

10…内燃機関、11…ターボチャージャ、12…吸気通路、13…燃焼室、14…排気通路、15…エアクリーナ、16…エアフロメータ、17…コンプレッサ、18…インタークーラ、19…吸気絞り弁、20…吸気マニホールド、21…吸気ポート、22…排気ポート、23…排気マニホールド、24…排気タービン、25…NO<sub>x</sub>触媒コンバータ、26、126…DPNRコンバータ、27…酸化触媒コンバータ、28…第1排気温度センサ、29…第2排気温度センサ、30…差圧センサ、32…A/Fセンサ（空燃比センサ）、33…EGR通路、34…EGR触媒、35…EGRクーラ、36…EGR弁、40…燃料噴射弁、41…高圧燃料供給管、42…コモンレール、43…燃料ポンプ、44…レール圧センサ、45…低圧燃料供給管、46…添加弁、50…電子制御装置、51…機関回転速度センサ、52…アクセルセンサ、53…絞り弁センサ。

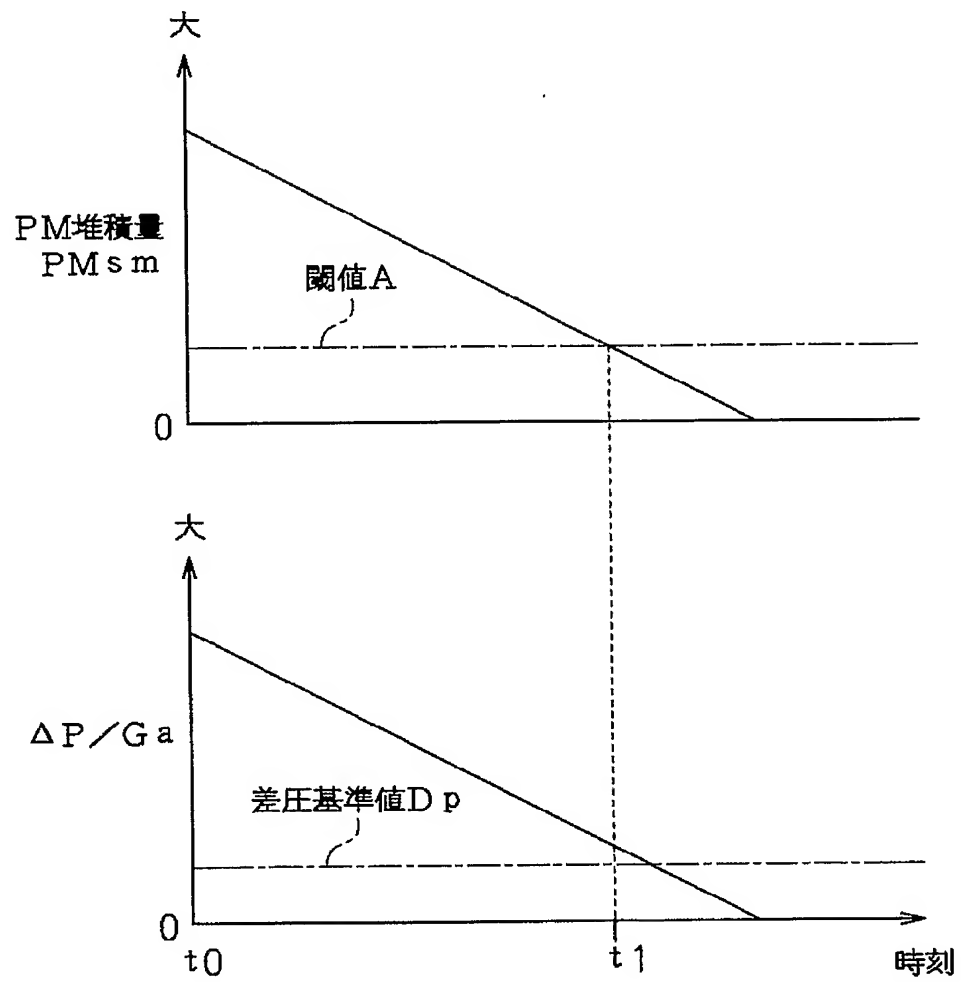
【書類名】 図面  
【図 1】



【図 2】

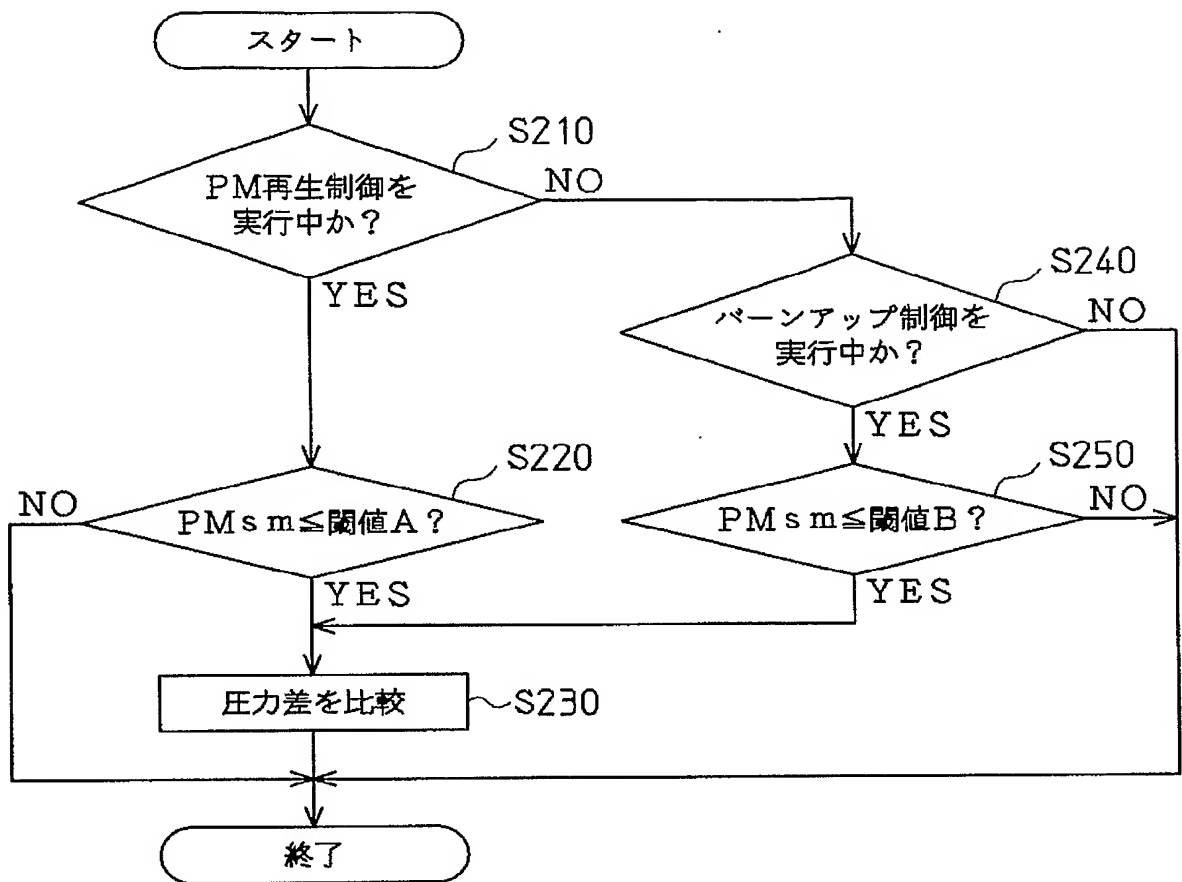


【図 3】

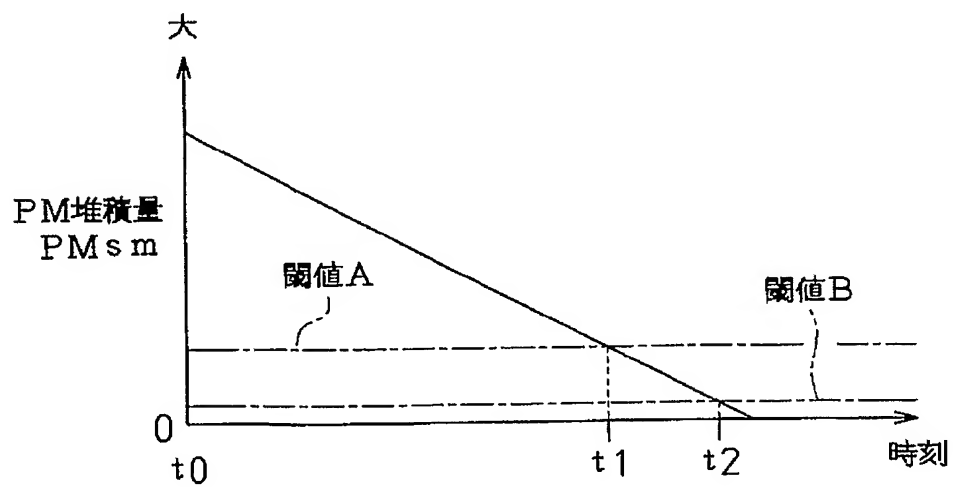




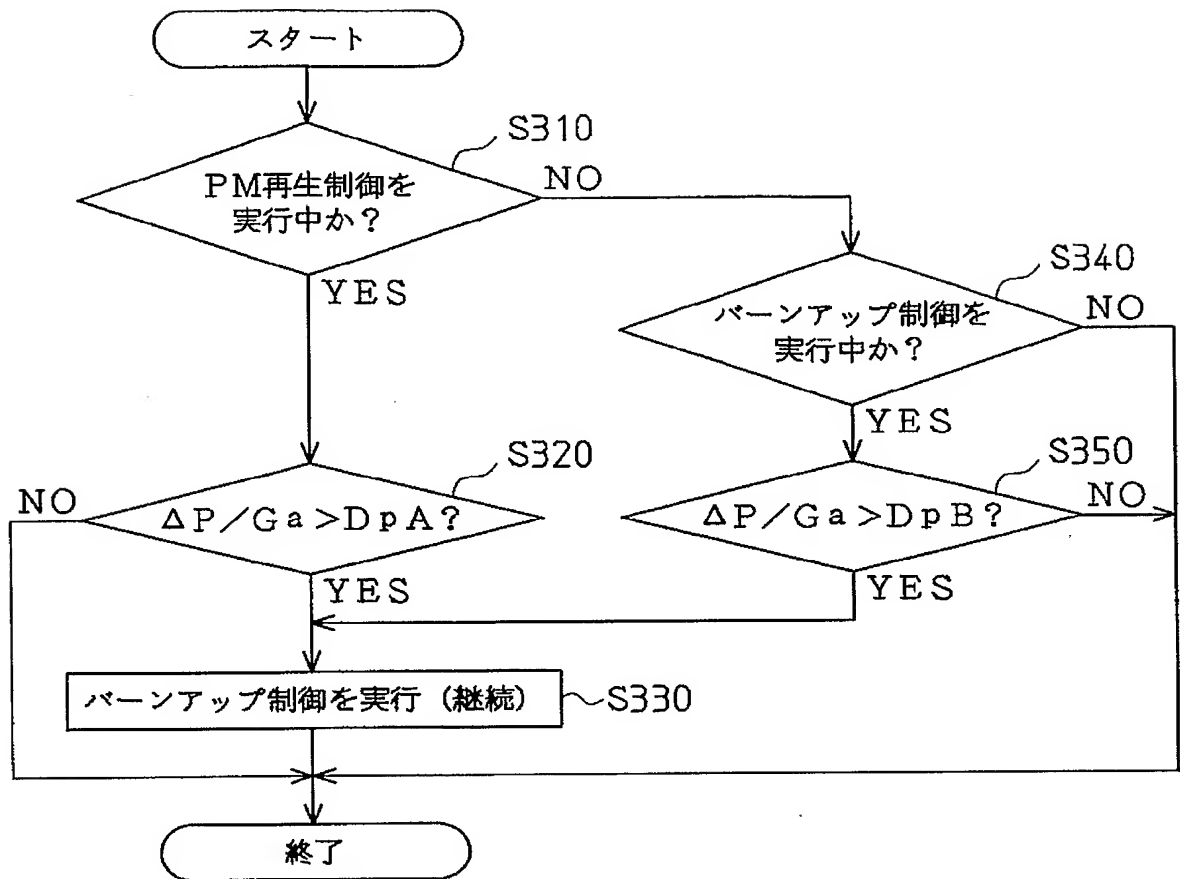
【図4】



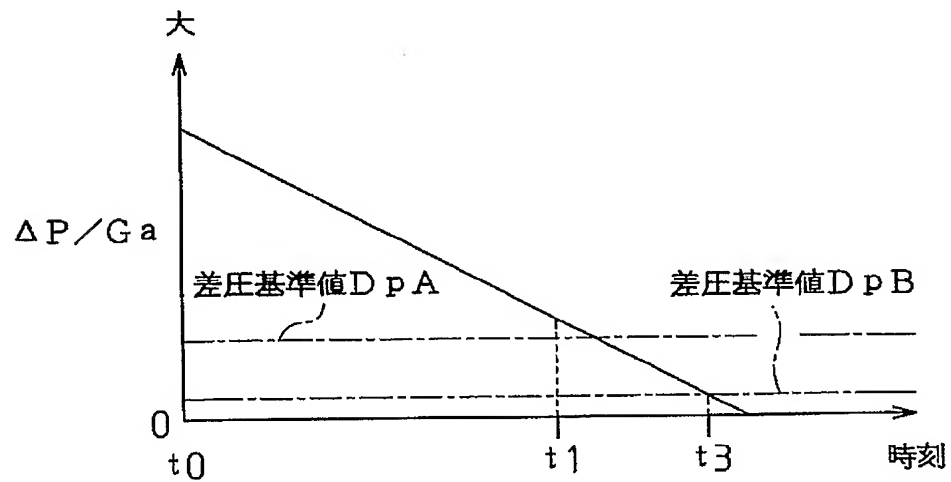
【図5】



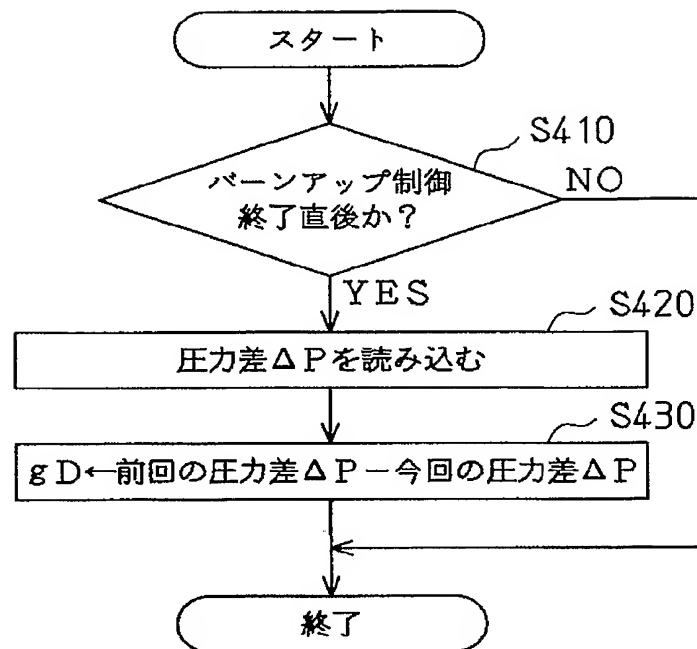
【図 6】



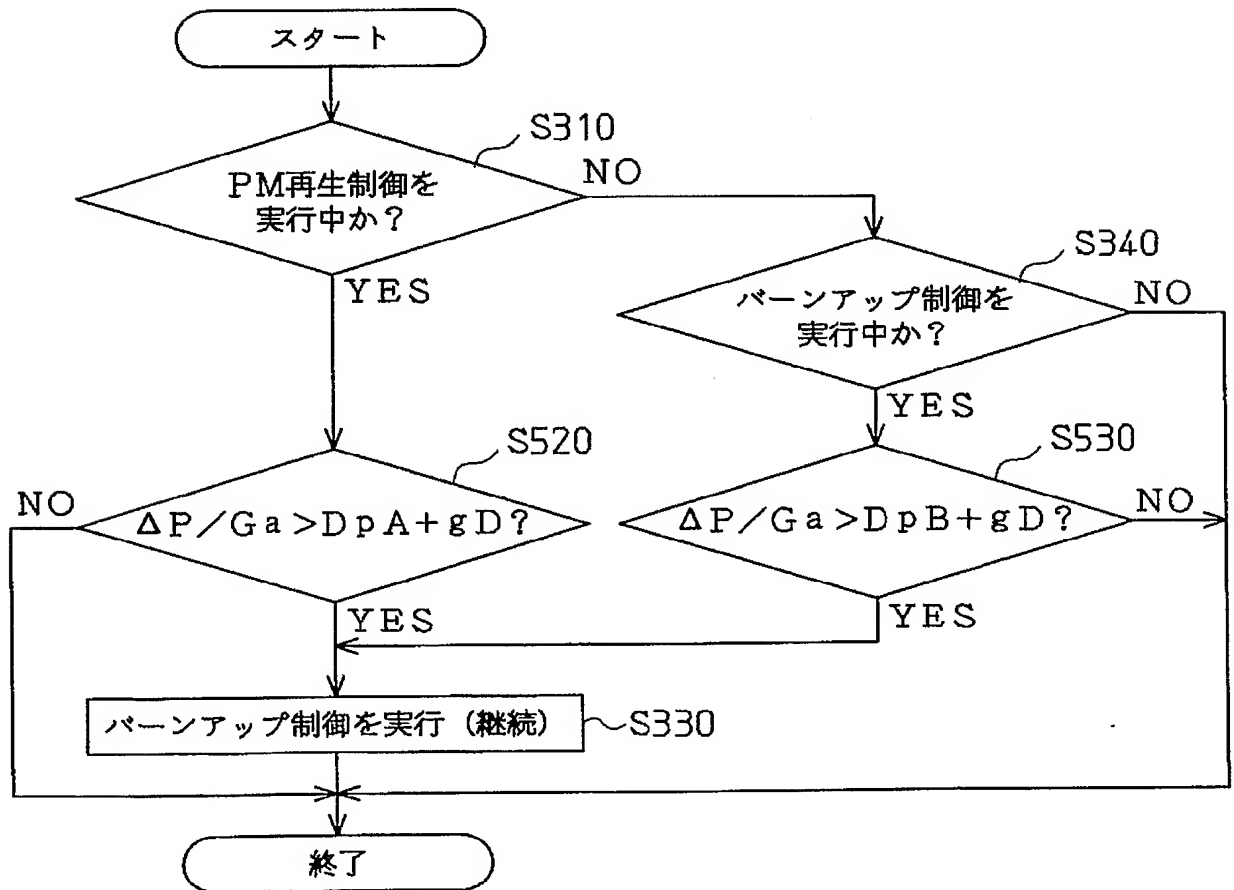
【図 7】



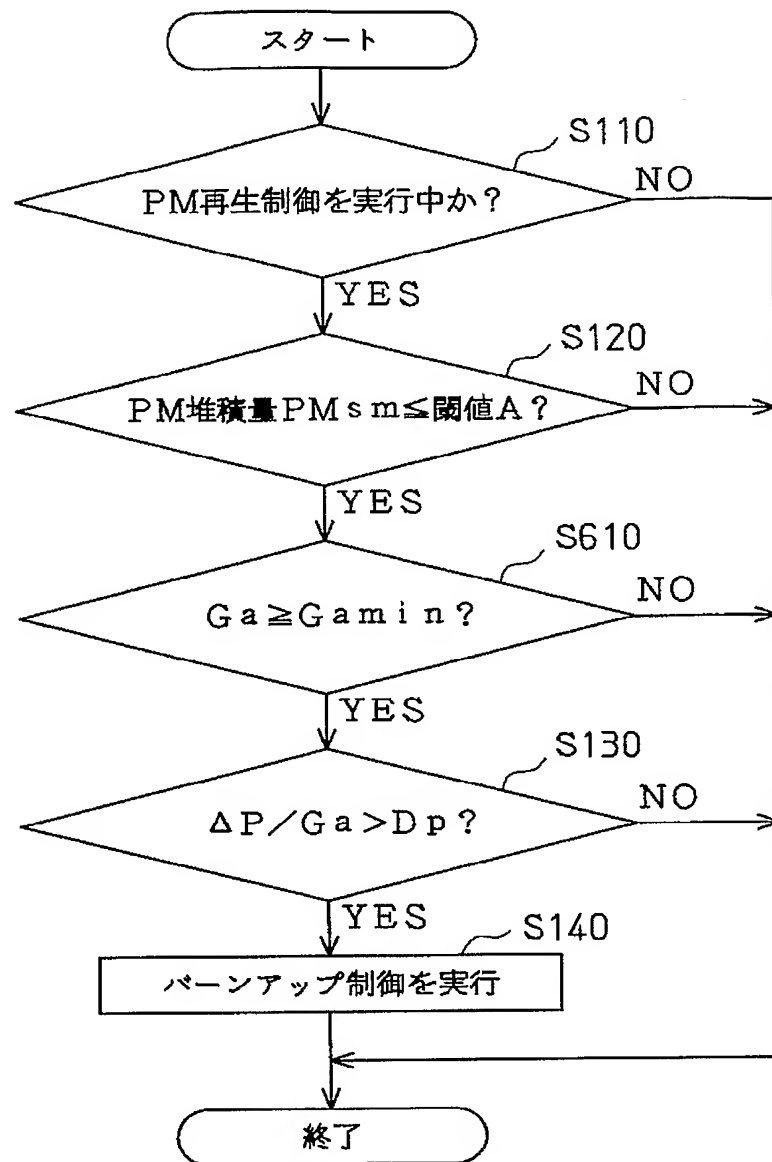
【図 8】



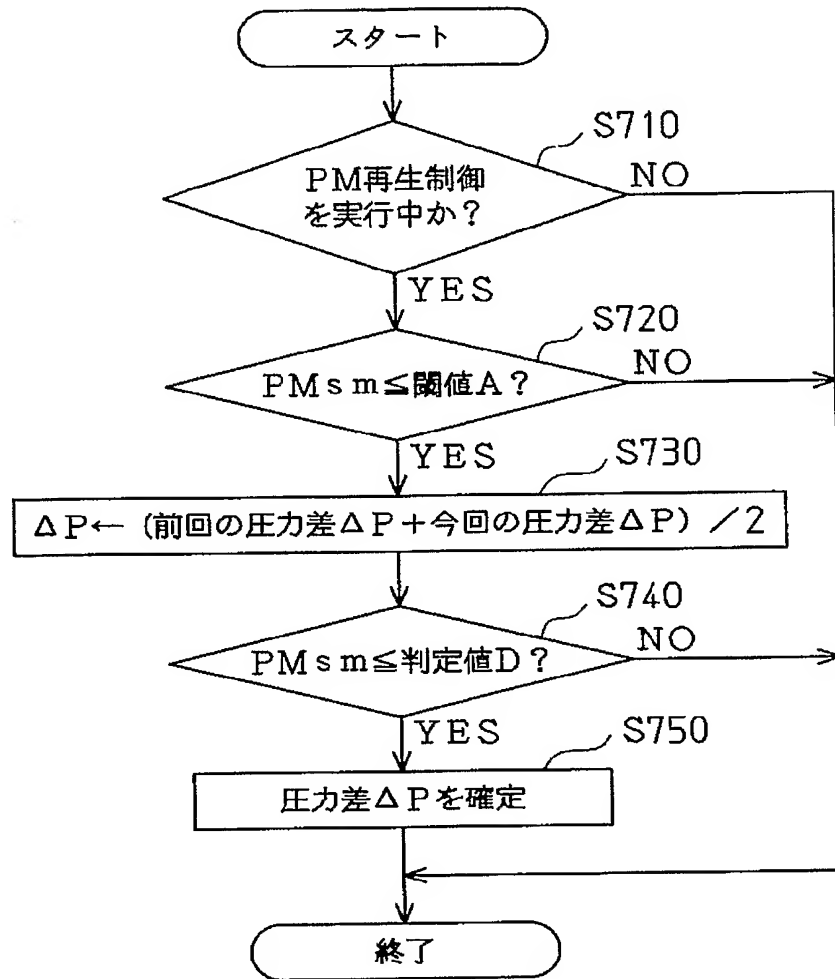
【図 9】



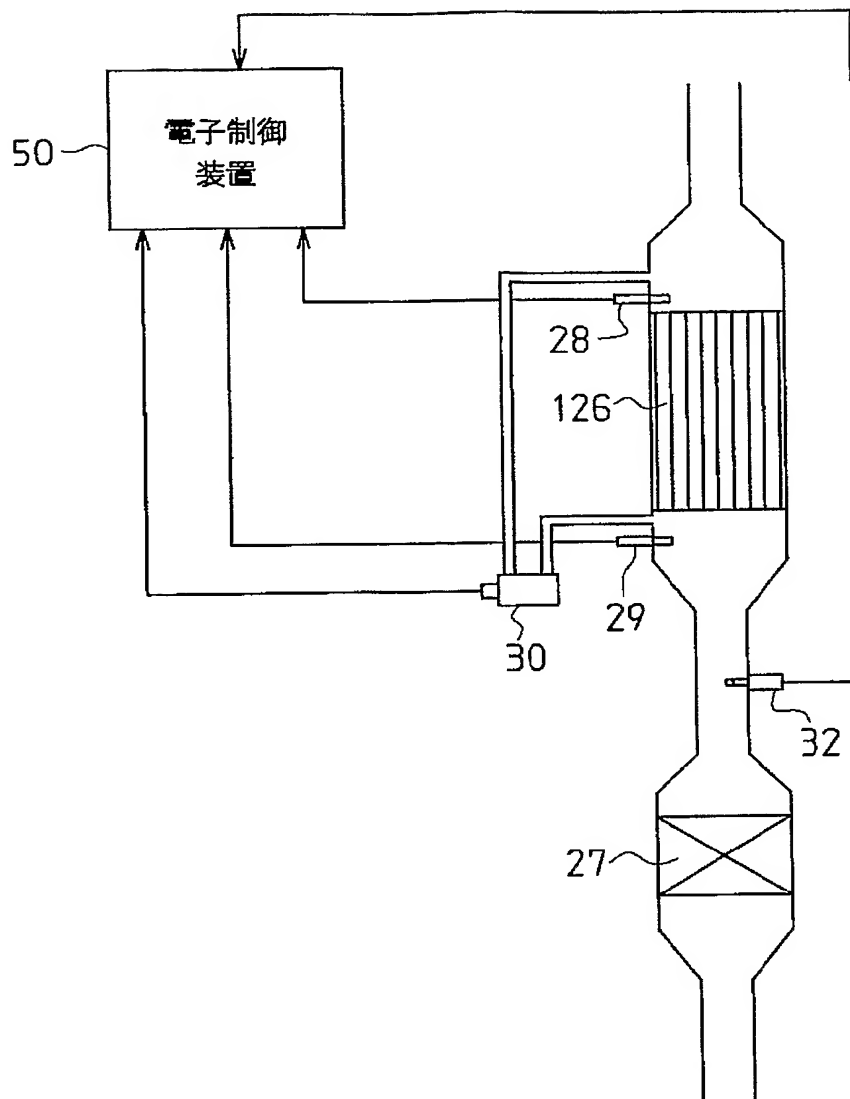
【図10】



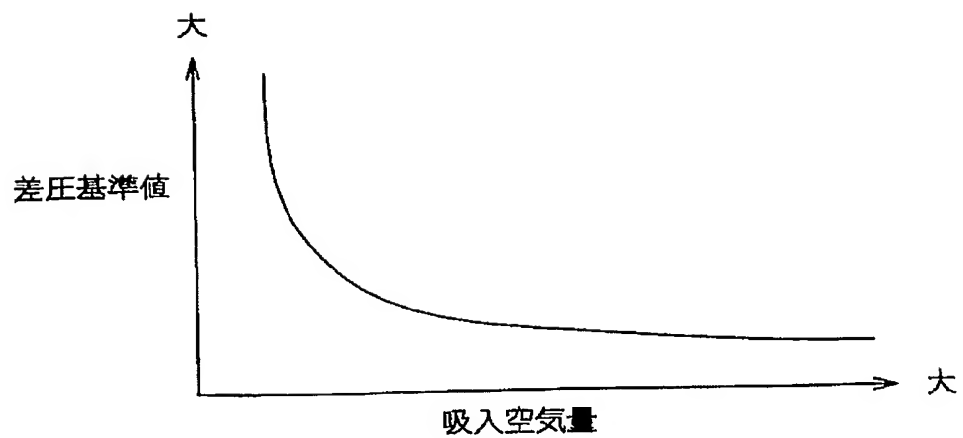
【図 11】



【図 12】



【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 間欠添加を適切に実施することにより、排気浄化機構に残留する粒子状物質の量を減少させることのできる内燃機関の排気浄化装置を提供する。

【解決手段】 排気浄化機構におけるPM堆積量 $PM_{sm}$ が閾値A以下であるときには（S120：YES）、「圧力差 $\Delta P$ （排気浄化機構の排気上流側と排気下流側との圧力差）／吸入空気量 $G_a$ 」の値と差圧基準値 $D_p$ とを比較する（S130）。そして、「 $\Delta P / G_a$ 」の値が差圧基準値 $D_p$ よりも大きい場合には（S130：YES）燃料添加の態様をバーンアップ制御による間欠添加に切り替える（S140）。

【選択図】 図2

特願 2004-068993

出願人履歴情報

識別番号 [000003207]

1. 変更年月日	1990年 8月27日
[変更理由]	新規登録
住 所	愛知県豊田市トヨタ町1番地
氏 名	トヨタ自動車株式会社



特願 2 0 0 4 - 0 6 8 9 9 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 4 2 6 0 ]

1. 変更年月日

1 9 9 6 年 1 0 月 8 日

[変更理由]

名称変更

住 所

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地

氏 名

株式会社デンソー